Les vraies zones d’entraînement : le guide moderne pour ne plus s’entraîner à l’aveugle.

présenté par 2RSPORT - *Rémi RIVET*

2RSPORT

Dans ce PDF, tu vas

Comprendre le principe des seuils et des domaines d’intensités.

Les principales adaptations physiologiques selon la zone d’intensité sollicitée

Le concept (fondamental) des cinétiques et pourquoi VMA n’est pas le meilleur test

Apprendre la meilleure alternative de test et comment déterminer ton profil assez rapidement.

Les domaines d’intensité

On vous a peut-être déjà dit que votre zone 2 ou votre zone 3 correspond à 70 % ou 80 % de votre “VMA”.

C’est une idée largement répandue mais scientifiquement inexacte.

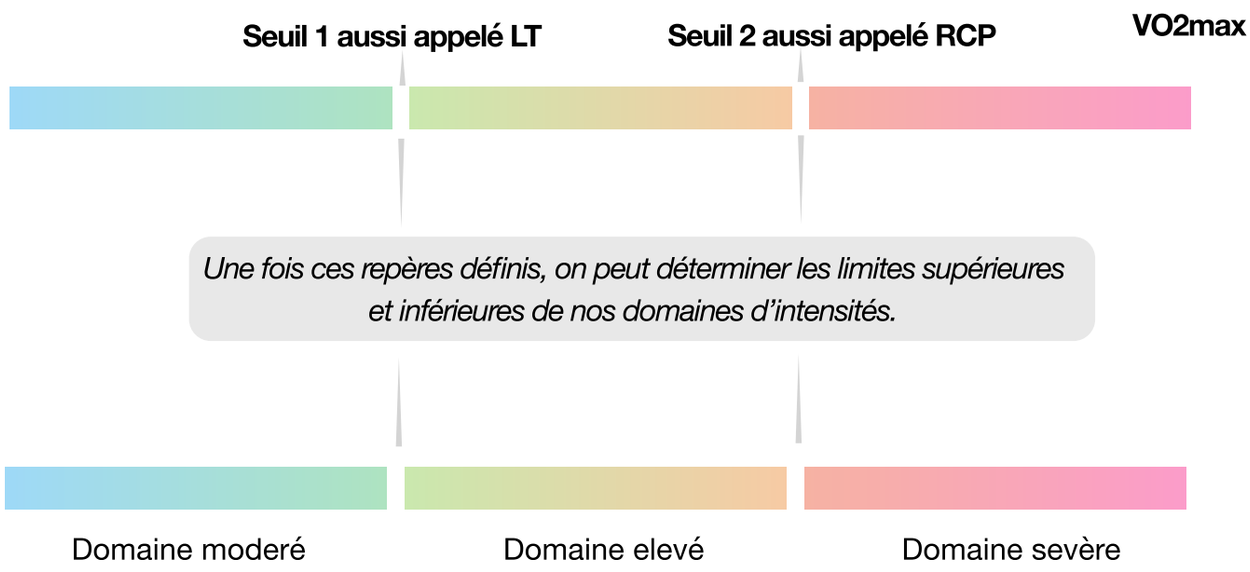
On reviendra plus loin sur les limites de ces classifications arbitraires mais avant cela, il est essentiel de comprendre ce que la physiologie définit réellement comme “domaine d’intensité”.

🔬 Pourquoi parle-t-on de “domaines” d’intensité ?

Dans une approche physiologique, on distingue trois grands domaines d’intensité définis par la réponse métabolique de l’organisme face à l’effort.

Ces domaines sont structurés autour de seuils physiologiques mesurables : le seuil 1 et le seuil 2.

La limite supérieure de ce continuum aérobie est atteinte lorsque l’on sollicite le VO_2max.



Donc :

- Le domaine moderé se termine au seuil 1.
- Le domaine elevé se trouve entre le seuil 1 et 2.
- Le domaine sevère se trouve après le seuil 2.

👉 *La question naturelle qui suit est : quelles sont les caractéristiques physiologiques propres à chacun de ces domaines ?*

🔬 Que se passe t-il dans ces différents domaines : la notion de cinétique.

Imaginons que John ait pu déterminer ses seuils (et donc ses domaines d'intensités) chez 2RSPORT.

1- Comment l'organisme de John réagirait-il s'il maintenait un effort prolongé dans chacun de ces domaines : modéré, élevé ou sévère ?
2- Et quels seraient les bénéfices physiologiques spécifiques associés à chaque zone d'intensité dans son cas ?

Tenir un effort prolongé : l'effet "cinétique" (souvent oublié)

Lorsqu'on maintient une intensité constante, la réponse physiologique de l'organisme ne s'ajuste pas immédiatement. Malheureusement (ou heureusement) ce n'est pas aussi simple.

La ventilation, la fréquence cardiaque ou encore la lactatémie évoluent progressivement, selon une cinétique propre à chaque domaine d'intensité, mais aussi variable selon les individus.

👉 Comprendre cette dynamique est essentiel : cela permet d'observer comment l'organisme réagit réellement à différents niveaux d'intensité.

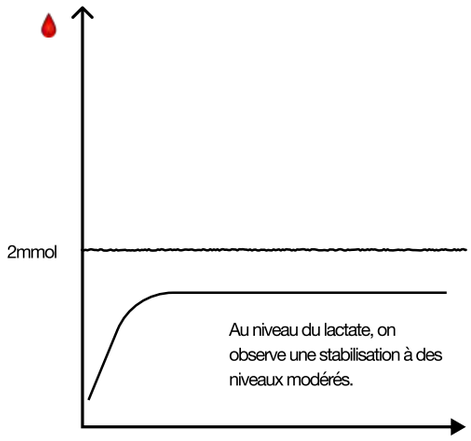
Généralement, on considère qu'il faut au moins 3min pour que nos systèmes se stabilisent.

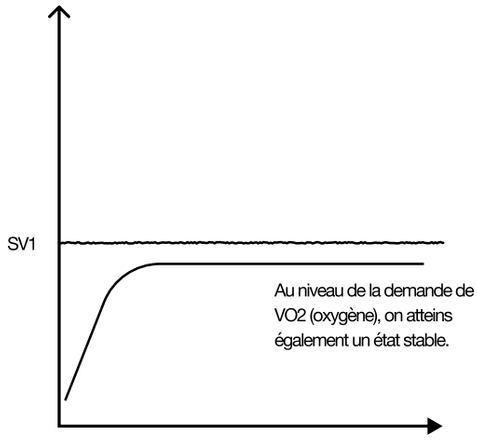
Dans la page suivante, nous observerons comment évoluent certains paramètres physiologiques en fonction du domaine d'intensité.

Pour simplifier, nous nous concentrerons sur deux indicateurs clés permettant de caractériser l'intensité d'un exercice :

- *le VO_2 (consommation d'oxygène)*
- *la lactatémie (concentration de lactate sanguin).*

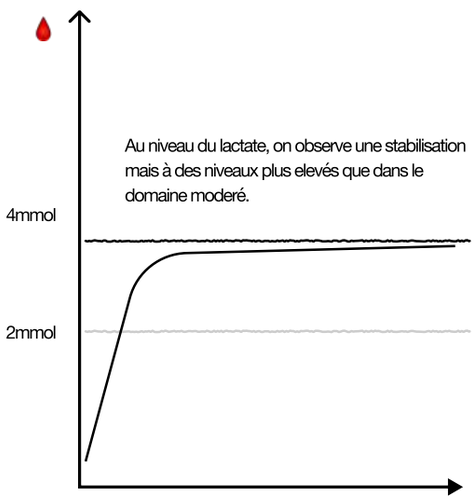
John court à 10km/h (domaine moderé)

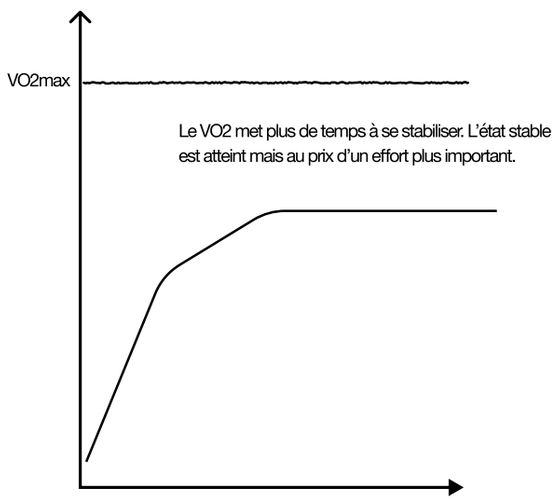




Charge supportable sur une longue durée, sans dérive physiologique.

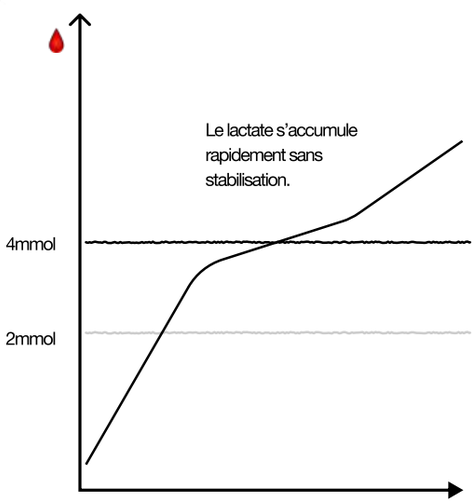
John court à 13km/h (domaine elevé)

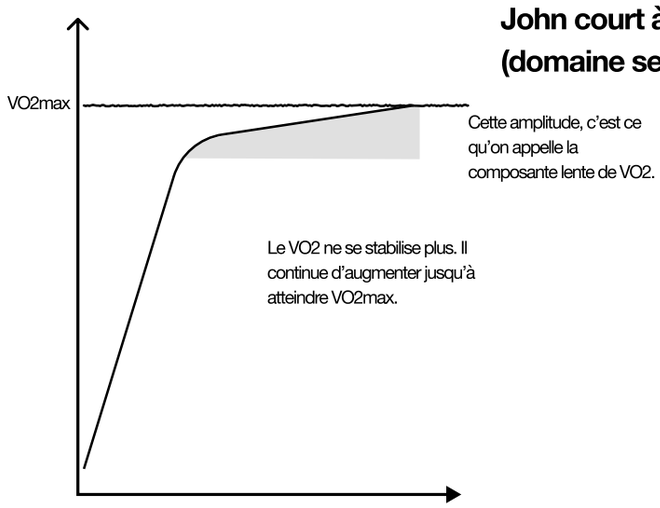




Effort soutenable avec un début de dérive physiologique.

John court à 15km/h (domaine sevère)





L'organisme ne parvient pas à équilibrer la demande → épuisement rapide.

RSPORT

Concept fondamental : Au-delà du seuil 2, tous les efforts mènent à VO_2max… mais pas à la même vitesse

On pense souvent que le VO_2max n'est atteint que lors d'efforts à intensité très élevée, proches de la puissance ou vitesse maximale aérobie (PMA/VMA)

Mais cette idée repose sur une incompréhension de la cinétique du VO_2.

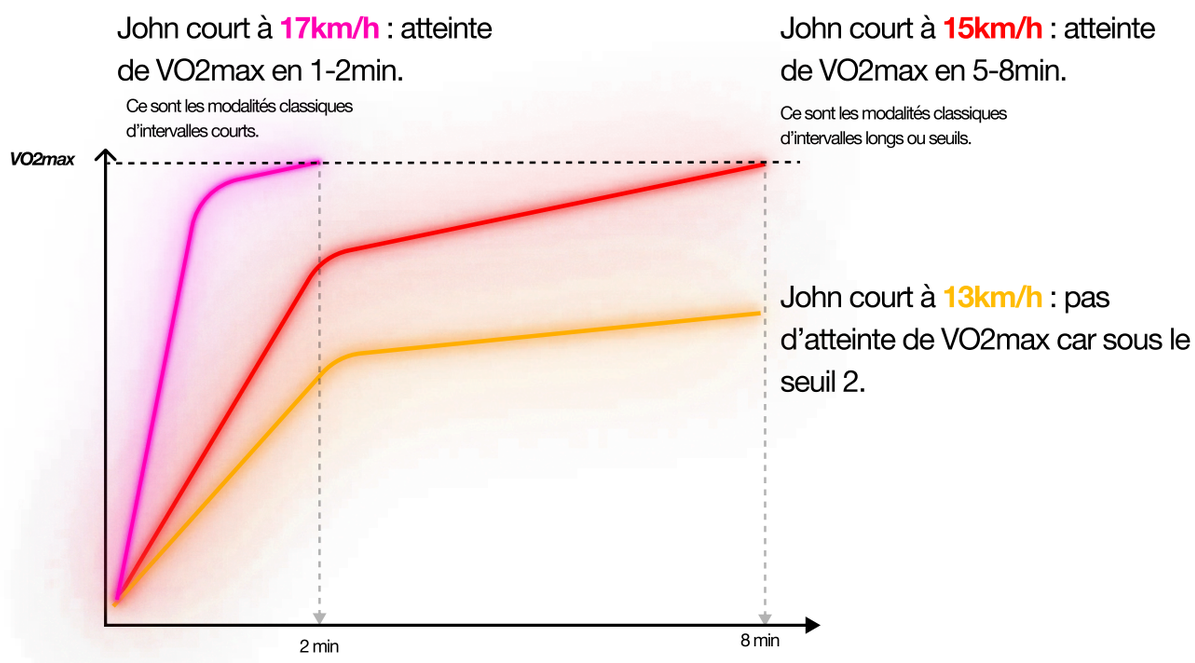
Comme vu précédemment, dès que l'intensité se situe dans le domaine sevère (>seuil 2) l'organisme n'est plus capable de maintenir un état stable.

Le VO_2, la ventilation, la lactatémie augmentent alors progressivement, même si la vitesse reste constante, un phénomène connu sous le nom de **composante lente du VO_2.**

Donc si on demande à John de courir à 15-15,5km/h le plus longtemps possible, on ne devrait pas s'atteindre à observe une stabilisation.

Et c'est ce mécanisme qui conduit, tôt ou tard, à l'atteinte du VO_2max, même à des intensités bien inférieures à la PMA.

La règle est simple : si vous voulez stimuler VO2max, il faut vous trouver au minimum au seuil 2.



Position			
	VO2/ventilation stable Lactate stable FC stable Aucune dérive	VO2/ventilation montent plus se stabilisent Le lactate monte puis se stabilisent FC peut dériver	Dérive du VO2 jusqu'à VO2max Accumulation rapide du lactate Ventilation excessive Aucune stabilité

Comprendre le principe des seuils et des domaines d’intensités.

Les principales adaptations physiologiques selon la zone d’intensité sollicitée

Le concept (fondamental) des cinétiques et pourquoi VMA n’est pas le meilleur test

Apprendre la meilleure alternative de test et comment déterminer ton profil assez rapidement.

Les bénéfices de chaque domaine d’intensité.

Avant de détailler les principales adaptations physiologiques associées à chaque domaine d’intensité, il est important de rappeler une notion fondamentale :

Les réponses physiologiques à l’entraînement ne sont pas compartimentées.

Même si chaque domaine cible certains aspects spécifiques de façon privilégiée, il existe un effet de recouvrement (crossover) entre les intensités.

Par exemple :

- Un entraînement de type aérobie peut aussi améliorer la capacité anaérobie (Ferguson et al., 2023)
- Une séance à haute intensité réalisée de manière chronique peut stimuler l’oxidation des lipides (Atakan et al., 2022)

La page suivante présente les différents bénéfices propres à chaque domaine d’intensité, tandis que la suivante les replace dans le contexte des profils de séances spécifiques.

Domaine extrême

- Recrutement et hypertrophie des fibres IIX
- Amélioration du système neuromusculaire (vitesse, coordination, puissance)
- ↑ des réserves de phosphocréatine et de la capacité à tamponner le lactate
- Développement de la puissance anaérobie (W′)
- Pas de stimulation de VO2max car l'effort est trop court.

Domaine sevère

- Amélioration du VO_2max
- Amélioration du seuil 2
- Stimule fortement les fibres IIA et IIX
- Augmente la densité mitochondriale dans les fibres rapides
- Utilisation du glycogène musculaire plus efficace
- Recrutement complet des unités motrices

Domaine elevé

- Amélioration du seuil 1 (LT) : décalage vers une intensité plus haute
- Augmentation du stockage de glycogène musculaire
- Développement des fibres de type I et IIA
- Amélioration de l'économie de course (coût en VO_2 ↓)
- Contribution au développement du VO_2max (selon protocole)

Domaine moderé

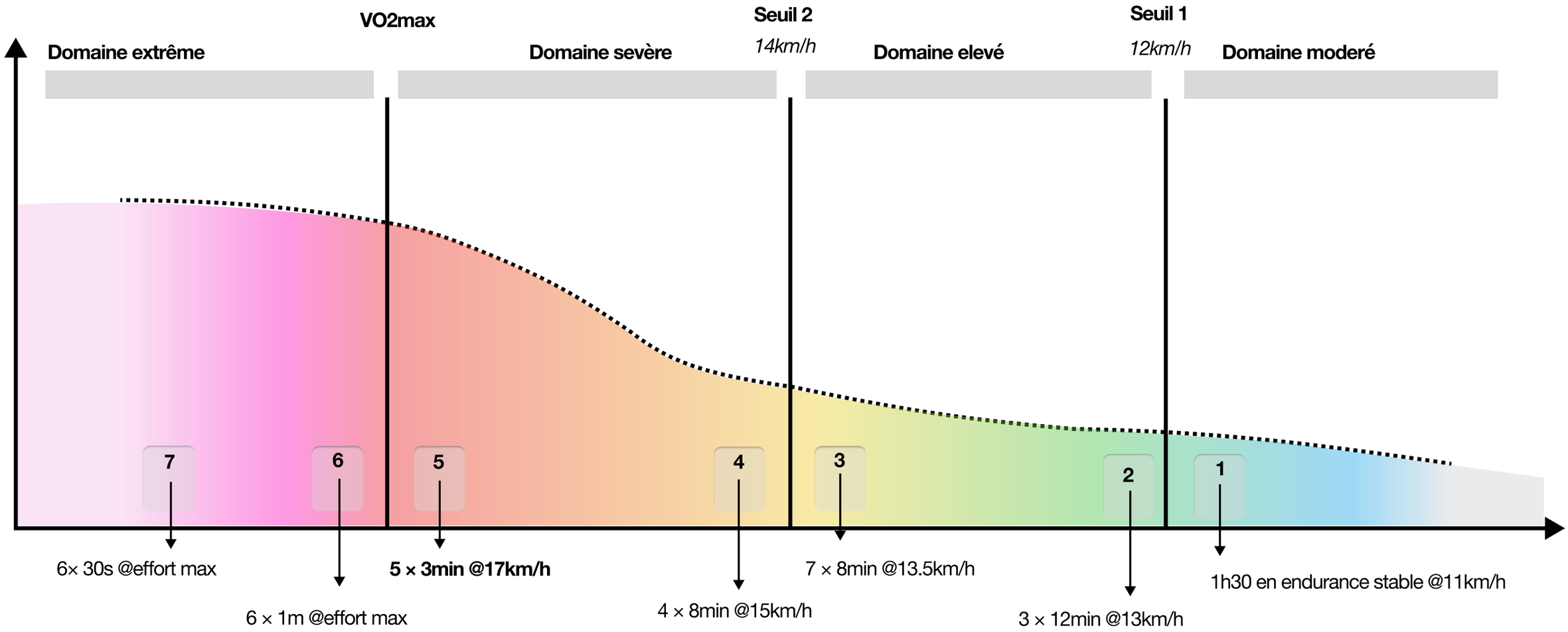
- Augmentation de la densité capillaire musculaire
- Développement mitochondrial (enzymes aérobiques ↑)
- Recrutement optimisé des fibres de type I
- Amélioration de la capacité à utiliser les lipides comme carburant
- Résistance à la fatigue périphérique accrue

Très haute intensité → ***Basse intensité***

2RSPORT

Exemple pour John

A partir d'ici, tout effort menera
à VO2max avant épuisement.



2RSPORT

Comprendre le principe des seuils et des domaines d’intensités.

Les principales adaptations physiologiques selon la zone d’intensité sollicitée

Le concept (fondamental) des cinétiques et pourquoi VMA n’est pas le meilleur test

Apprendre la meilleure alternative de test et comment déterminer ton profil assez rapidement.

Pourquoi les tests terrains échouent ? (pour la plupart)

Une fois qu'on comprend que les zones d'intensité correspondent à des réalités physiologiques précises — comme les seuils métaboliques, la stabilité ou non du VO_2, ou encore la cinétique de l'effort — une question centrale se pose :

Comment identifier ces zones de manière fiable, sans passer par un test de laboratoire ?

Dans la pratique, de nombreuses méthodes de terrain sont utilisées :

- test VMA
- test par paliers
- PMA sur vélo
- chronos sur distance fixe, etc.

Ces approches ont le mérite d'être accessibles et peuvent représenter un premier pas vers l'individualisation de l'entraînement.

Mais dans la majorité des cas, elles échouent à refléter la physiologie réelle de l'athlète.

Pourquoi ? Parce qu'elles reposent sur des hypothèses standardisées, sans prendre en compte :

- la variabilité individuelle des seuils (notamment entre seuil 1 et le seuil 2),
- les limites des tests terrains

La variabilité des seuils : vous n'êtes pas votre voisin.

Quand on veut structurer son entraînement, la première étape consiste souvent à se baser sur des repères comme : "85 % de FC max", ou "90 % de sa VMA".

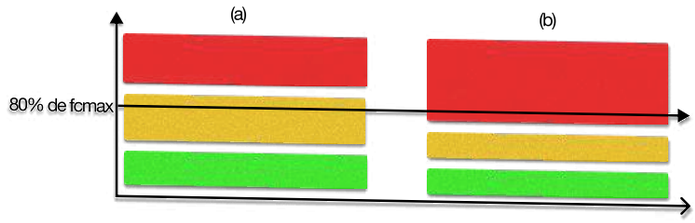
Mais ce type de prescription repose sur une hypothèse implicite :
Que tous les athlètes réagissent de manière comparable à une même intensité relative.

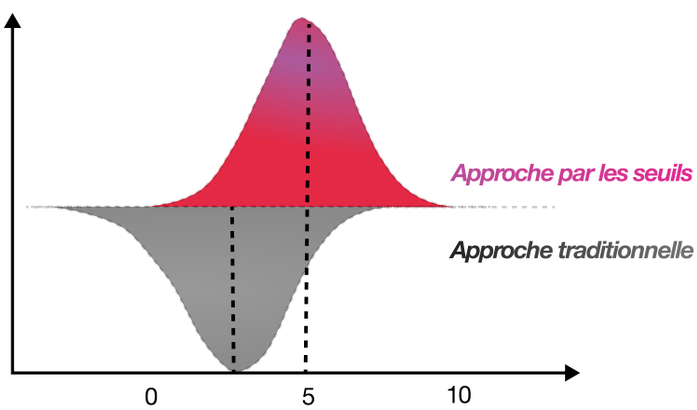
Or, dès qu'on regarde les choses sous un angle physiologique, une question essentielle se pose :
"Cette intensité correspond-elle réellement à tes domaines physiologiques ?"

En 2023, Meyler et al., a évalué si des repères standards comme 85 % de VO_2max ou 90 % de FC max pouvaient estimer correctement la zone de transition métabolique (là où l'effort devient instable et où le VO_2 commence à dériver).

Résultat : non.

→ À la même intensité relative, certains athlètes étaient encore dans une zone "gérable" (a), d'autres déjà au bord de l'épuisement (b)





Changement de VO2max à la suite du programme (en ml/min/kg)

Même découverte ici : deux groupes d'athlètes pendant 8 semaines :

- Un groupe s'entraînait avec des zones basées sur des pourcentages standards (TRAD).
- L'autre utilisait des zones déterminées à partir de seuils mesurés en labo (THRESH).

Résultat :

- Les deux groupes ont progressé.
- Mais ceux qui s'entraînaient avec des zones individualisées ont eu :
  - Des progrès plus marqués,
  - Une tolérance à l'effort mieux calibrée,
  - Moins de dispersion dans les résultats.

Ce qu'on peut retenir

- Les pourcentages fixes sont une solution simple, mais ils peuvent être trompeurs si on cherche à vraiment cibler un domaine.
- Les seuils mesurés physiologiquement permettent une prescription plus juste et plus efficace.

Le problème des tests terrains

En l'absence de données physiologiques précises, de nombreux pratiquants (et même certains entraîneurs) s'appuient sur des tests dits "de terrain" pour estimer les zones d'entraînement.

L'un des plus courants est la VMA (Vitesse Maximale Aérobie), largement utilisée en course à pied, ou sa variante cycliste, la PMA (Puissance Maximale Aérobie).

Ces tests donnent une (soit disante) indication de la performance maximale aérobie. Mais structurer un entraînement uniquement à partir de ces valeurs maximales peut être trompeur.

Et si tu as bien intégré les notions vues précédemment (cinétique, stabilité, domaines d'intensité), tu comprends déjà pourquoi ce type d'approche ne permet pas d'identifier avec précision où se situent réellement tes zones physiologiques.

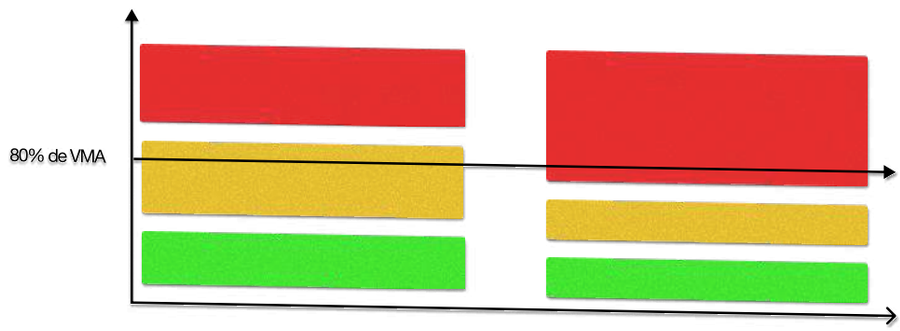
📉 Deux personnes avec la même VMA… mais des zones totalement différentes

Prenons deux athlètes avec une VMA identique (par exemple 16 km/h).

- Chez l'un, le seuil 2 (réellement mesuré) est à 85 % de VMA,
- Chez l'autre, il est à 75 %.

👉 Si les deux s'entraînent à 80 % de VMA (parce qu'on considère arbitrairement que c'est le "tempo"), ils ne travaillent pas dans le même domaine physiologique.

L'un reste dans le domaine élevé et fait une bonne séance tempo, l'autre bascule dans le domaine "sévère" et se rapprochera rapidement de l'echec, avec des implications différentes sur la fatigue, les adaptations, et la charge cumulée.



Oui, le principe est le même que sur la partie précédente. Dès qu'on s'appuie sur des valeurs maximales, on perd de vue la variabilité des réponses physiologiques à des intensités sous-maximales.

Les tests progressifs : un autre piège

Autre limite souvent ignorée :

Les tests VMA et PMA sont généralement réalisés sous forme de rampes progressives, avec des paliers de durée courte.

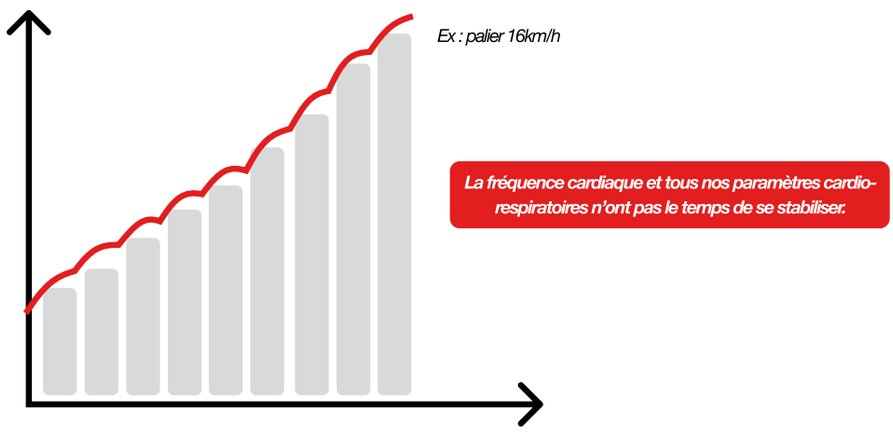
on commence à une intensité faible, puis on augmente la vitesse ou la puissance toutes les 1 minute.

L'objectif ? Identifier la vitesse ou la puissance maximale atteinte à l'épuisement.

Mais cette montée rapide en intensité ne laisse pas le temps au système cardio-respiratoire de s'ajuster pleinement à chaque palier. En physiologie, on parle du temps moyen (ou MRT pour Mean Response Time) necessaire pour que le VO2 s'ajuste à une nouvelle intensité.

📉 **Résultat :**

- L'organisme reste en phase transitoire tout au long du test,
- Le VO_2 n'a jamais le temps de se stabiliser,
- Et l'intensité mesurée est souvent surestimée.



Non seulement on utilise des pourcentages standards pour définir les intensités, mais on les applique à une valeur (comme la VMA ou la PMA) qui est déjà surestimée par **la structure même du test.**

Aie..

Comprendre le principe des seuils et des domaines d’intensités.

Les principales adaptations physiologiques selon la zone d’intensité sollicitée

Le concept (fondamental) des cinétiques et pourquoi VMA n’est pas le meilleur test

Apprendre la meilleure alternative de test et comment déterminer ton profil assez rapidement.

Lier science et terrain : le seul test

Lorsque l’on cherche à estimer ses zones d’intensité sans test labo, il existe une alternative plus robuste que les tests incrémentaux classiques : la vitesse critique (Critical Speed) en course à pied, ou la puissance critique (Critical Power, CP) en cyclisme.

Contrairement aux tests de type VMA/PMA :

✅ La vitesse critique ne repose pas sur une montée continue de l’intensité : on utilise des efforts constants, plus représentatifs de la réalité de l'entraînement.
✅ On évite les biais de cinétique (MRT), car l’intensité est maintenue suffisamment longtemps pour observer une réponse stable.
✅ On obtient une valeur fonctionnelle et stable, directement exploitable pour individualiser l'entraînement.

📚 La minute historique

Le concept de puissance critique (Critical Power, CP) a été introduit dans les années 1960 (Monod & Scherrer, 1965) à partir d’observations simples :
la relation entre la puissance/vitesse fournie et la durée maximale de l’effort suit une loi hyperbolique. Plus tard, ce modèle a été appliqué à la course à pied sous le nom de vitesse critique (Critical Speed, CS), et intégré dans des cadres d'entraînement en endurance.

Rationnel derrière le protocole

Il repose sur la relation hyperbolique entre durée limite d'un effort et vitesse soutenue. Plus simplement :

Plus un effort est court, plus la vitesse est élevée… mais la relation suit une logique mathématique prévisible.

Sauf que cette courbe n'est pas seulement un outil mathématique. Elle reflète les transitions entre domaines d'intensité physiologique :

Au-dessus de la vitesse critique

→ On entre dans le domaine sévère :

- Les constantes physiologiques (lactate, ventilation, VO_2…) dérivent progressivement.
- L'épuisement est inévitable, même si la puissance n'est pas maximale.
- On atteint VO_2max à condition de maintenir l'effort assez longtemps.

À la vitesse critique elle-même (CS ≈ seuil 2)

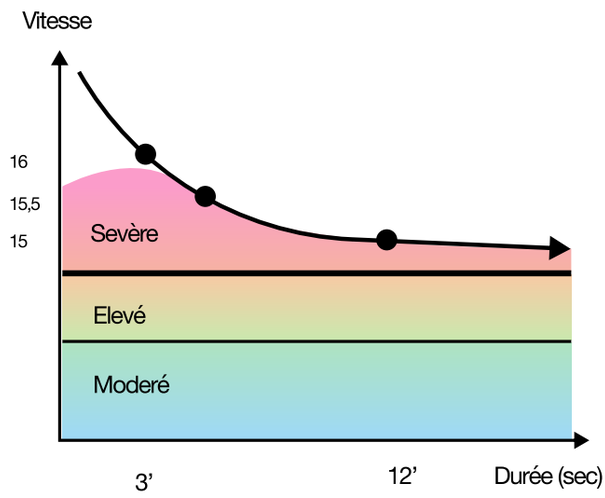
→ C'est la limite supérieure du domaine élevé :

- L'effort est encore soutenable, mais à la limite de l'instabilité.
- On observe une VO_2 stable, mais proche du maximum.

En dessous de CS

→ On entre dans le domaine modéré ou élevé, selon l'intensité :

- La VO_2, le lactate, la fréquence cardiaque atteignent une plateforme stable.
- L'effort peut être soutenu longtemps, parfois plus d'une heure.



Etapes du protocole

Etape 1 : les tests.

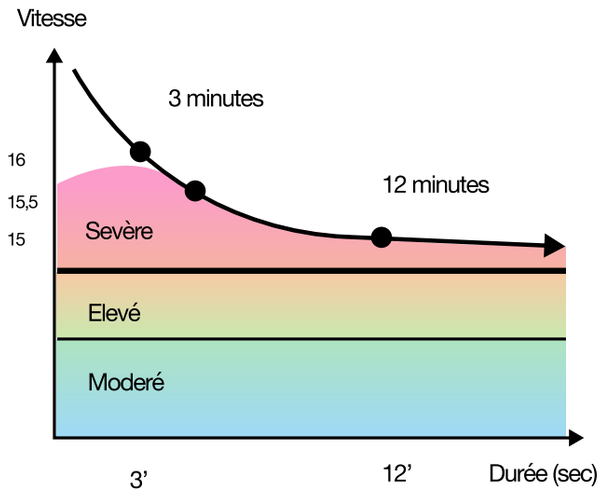
Choisir 2 à 4 durées d'effort comprises entre 3 et 12 minutes, à réaliser à intensité maximale.
Exemples pertinents : 3' et 12' / 5' et 12'

⚠️ **Évitez des durées trop proches, comme 3' et 5' : cela fausse la précision du modèle.**

Pour chaque effort, visez la meilleure vitesse/ puissance moyenne possible.

Assurez-vous d'une récupération complète entre les tentatives :
→ soit 20–30 min de repos,
→ soit réalisées sur des jours différents.

Mesurez et notez la vitesse moyenne atteinte pour chaque durée.



Etape 2 : déterminer votre Vitesse/puissance critique.

Un calculateur se trouve sur le lien suivant :

👉 [Le calculateur]

Si vous choisissez 2 valeurs, veillez à prendre 3' et 12' ou 5' et 12'

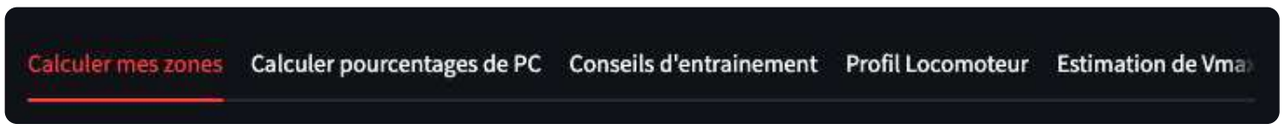
Vous pouvez cocher pour rentrer 2 à 3 valeurs.

Rentrer vos valeurs d'allure (min/km ou watts)

Optionnel : rentrer votre fréquence cardiaque maximale

Votre vitesse critique s'affiche ici

Etape 3 : Résultats



Très basse intensité - zone 2

Basse intensité - zone 2

Tempo - zone 3

Seuil - zone 4

seuil 2 *≈vitesse/puissance critique*

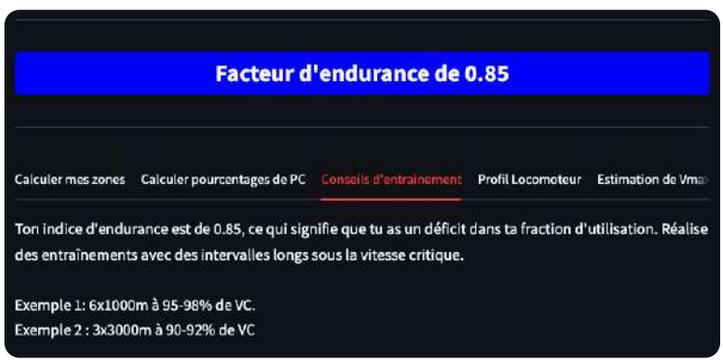
***VO2** - zone 5 (VO2long)*

***VO2** - zone 5 (VO2court)*

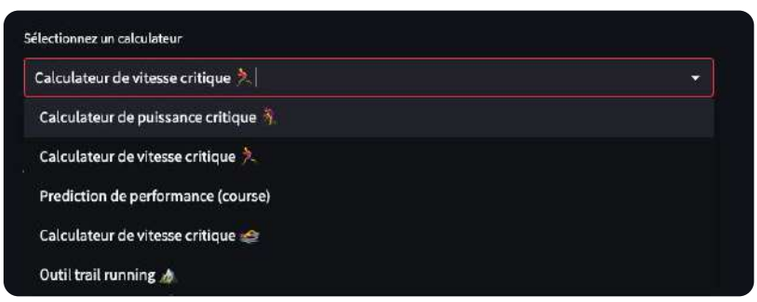
En comparant ta performance sur 3 et 12 minutes, on peut identifier ton **profil locomoteur**.

Si ton profil est plutôt orienté vitesse, l'objectif sera de développer ta capacité à soutenir des intensités sous-maximales (inférieures à ta vitesse critique, < VC).

À l'inverse, un profil orienté endurance nécessitera de renforcer ta capacité à produire et répéter des intensités proches ou supérieures à ta VC.



Note : Ces calculs sont également disponibles pour le cyclisme.



S’entrainer avec une approche VC/PC

Généralement, une fois que l’athlète est testé sur les différentes modalités et que le profil locomoteur est déterminé, il est possible d’organiser certains blocs d’entrainement pour améliorer le profil.

	Bloc 1 prioritaire	Bloc 2 secondaire
Profil ENDURANCE Index d’endurance elevé	Bloc Haute Intensité – Stimuler VO_2max/seuil haut.	Bloc Sous-Maximal
Profil VITESSE Index d’endurance faible	Bloc Sous-Maximal – Améliorer durabilité, repousse du seuil, économie.	Bloc Haute Intensité.

exemple de mise en oeuvre

Semaines	Profil endurance	Profil vitesse
1	8 × 1' @ 115% VC/PC / récup 1' 5 × 3’ @ 105% VC/PC / récup 2'30	2 × 25’ @ 85–90% VC/PC 1h15 à 75% VC/PC
2	10 × 30” @ 120% VC/PC / récup 30” 4 × 4’ @ 110% VC/PC / récup 3'	3 × 20’ @ 88% VC/PC 1h30 @ 70–75% VC/PC
3	3 × 8’ @ 100% VC/PC / récup 3’ 6 × 2’ @ 115% VC/PC / récup 1’	2 × 30’ @ 85–88% VC/PC 2 × 10’ @ 95% VC/PC / récup 3’
4	45’ @ 80–85% VC/PC 2h en aisance @ 70% VC/PC	6 × 3’ @ 100% VC/PC / récup 2’ 1h @ 80% VC/PC
5	2 × 30’ @ 90% VC/PC / récup 5’ 3 × 12’ @ 88–90% VC/PC / récup 4’	8 × 1’ @ 115% VC/PC / récup 1’ 4 × 5’ @ 105% VC/PC / récup 3’
6	1h15 à 80% VC/PC (zone 2) 3 × 10’ @ 88% VC/PC / récup 3’	3 × 6’ @ 110% VC/PC / récup 3’ 10 × 40” @ 120% VC/PC / récup 40”

Adapter l’ordre des blocs en fonction du profil (endurance ou vitesse) permet de cibler en priorité les qualités les moins développées, tout en consolidant ensuite les points forts. Bien sûr, il reste possible d’entretenir régulièrement ses qualités dominantes afin de ne pas les laisser régresser.

Conclusion – Donner du sens à l’entraînement

À travers ce PDF, l’objectif était simple : replacer les concepts physiologiques au cœur des décisions d’entraînement.

Les notions de domaines d’intensité, de cinétique du VO_2, de seuils métaboliques ne sont pas des données réservées au laboratoire. Bien utilisées, elles permettent de mieux comprendre comment chaque athlète réagit à l’effort, et surtout comment il progresse.

✅ **La vitesse critique : un repère fonctionnel**
La vitesse critique (VC) – ou puissance critique (PC) – offre un repère physiologique plus fidèle que des pourcentages standards.
Elle délimite la transition entre l’intensité tolérable et l’instabilité physiologique, et sert de fondation pour prescrire des séances plus justes, mieux calibrées, et plus durables.

🧠 **Le profil locomoteur : une lecture stratégique de l’athlète**
En analysant la relation entre durée et puissance/vitesse, on accède à une autre dimension :
Le profil locomoteur permet d’identifier les qualités dominantes (vitesse ou endurance), mais aussi les points faibles à renforcer.

👉 Cela devient un levier puissant pour organiser les blocs d’entraînement, choisir les formats de séance pertinents et mieux gérer la charge.

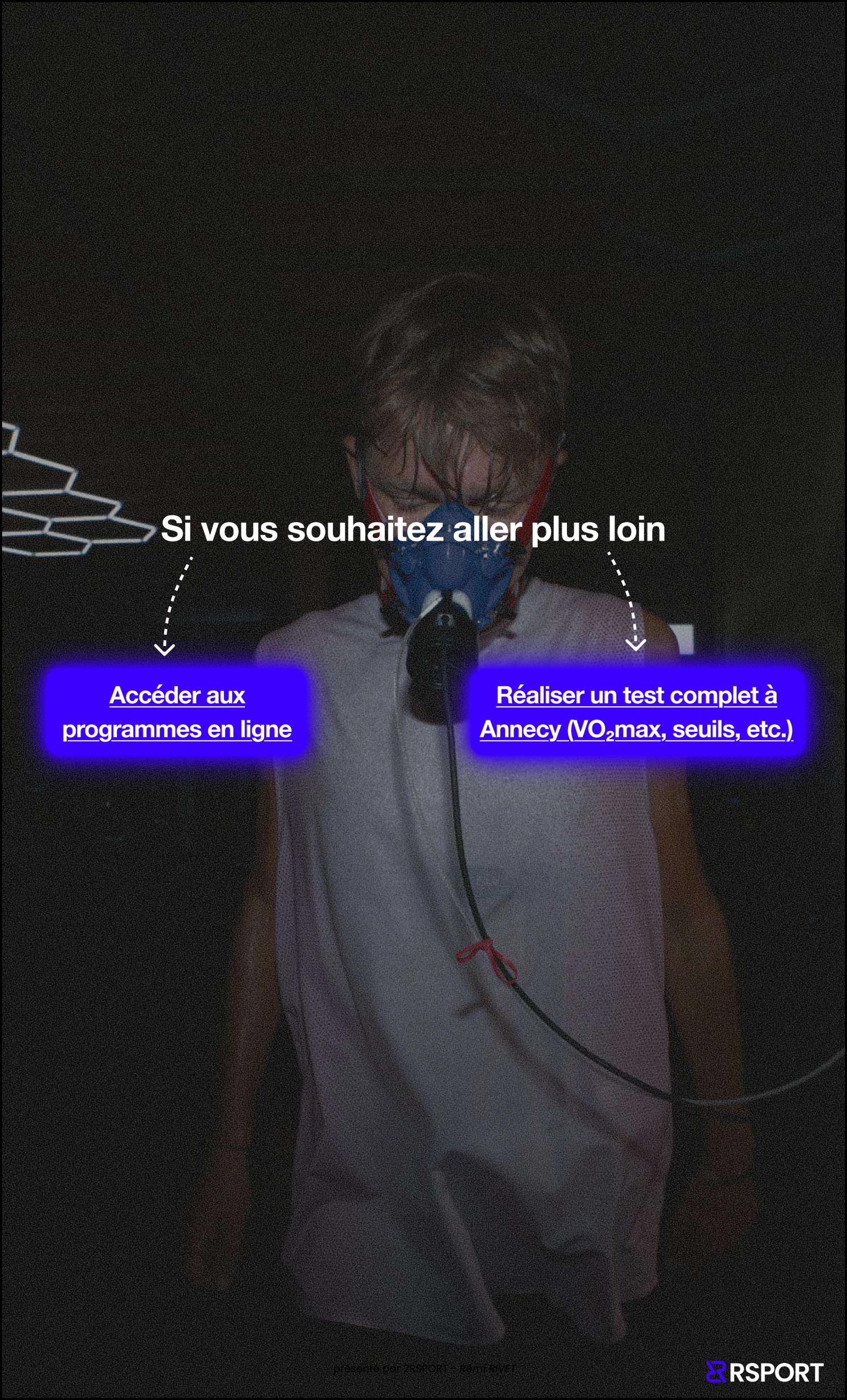
🎯 **Individualisation et cohérence**

En combinant ces outils :

- VC/PC comme ancrage physiologique,
- Profil locomoteur comme indicateur de stratégie,
- Et une compréhension claire des zones d’intensité,

… on peut construire une préparation plus cohérente, plus individualisée, et plus efficace.

Ce PDF n’avait pas pour but de fournir une recette universelle, mais plutôt de proposer un cadre solide pour mieux lire les réponses de l’organisme, et ajuster l’entraînement avec précision.


Si vous souhaitez aller plus loin
Accéder aux programmes en ligne
Réaliser un test complet à Annecy (VO_2max, seuils, etc.)

RSPORT